

# 一起 110 kV 两线同时受雷击的跨线事故分析

欧素敏

(海南电力调度通信中心, 海南 海口 570203)

**摘要:** 通过对故障线路的故障录波图的电流、电压进行详细计算分析, 同时对故障线路的实际地理布线进行调查, 确认了一起两条非相邻线路因受雷击而同时发生两相接地短路的跨线故障, 提出对线路故障的分析不仅要从小故障录波图进行分析, 还要深入了解线路实际的地理情况, 以便能更加快速地对故障产生的原因做出合理正确的判断。

**关键词:** 雷击; 跨线; 事故分析

## An analysis of accident for 110 kV two cross-line being thundered synchronously

OU Su-min

(Hainan Electric Power Dispatching Center, Haikou 570204, China)

**Abstract:** Through analyzing the current and voltage of recorded waveforms, this paper confirms an accident of two non-neighboring lines were thundered at the same time which resulted in two-phase grounding and short circuit. This paper proposes that it not only needs to record the waveforms for line fault's analysis, but also inquire deeply line actual geography situation in order to be able to judge more quickly and correctly.

**Key words:** thunder; cross-line; fault analysis

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)17-0119-03

## 0 引言

2008年9月4日, 海南电网电磁环网线路中的110 kV 深文线、清会线同时发生故障, 该两线两侧开关均正确动作切除故障。该次故障是一起非相邻线路的跨线事故, 由于发生在非相邻线的跨线故障在本系统中出现的几率很小, 且具有一定的巧合性, 因此, 本文对该次事故进行详细分析。

## 1 事故情况简介

9月4日, 线路发生故障时, 系统中的110 kV 文昌站的#2主变由运行转检修状态(如图1, 110 kV 文昌站的一次主接线; 图中黑色开关即为检修开关)。在15:28:20时, 110 kV 深文线、清会线两条线路同时跳闸, 造成110 kV 文昌站全站失压, 当时该地区有雷雨。保护动作情况如下: 110 kV 深文线深侧差动保护、接地距离I段保护动作, 重合闸动作, 重合成功; 文侧为差动保护动作, 重合闸动作, 外桥开关(1112)动作, 重合成功, 1101开关重合闸不动作。110 kV 清会线清侧零序I段保护动作, 重合闸动作, 重合成功; 会侧为纵联距离、纵联零

序保护动作, 重合闸动作, 重合成功。系统相关的部分主接线如图2所示, 图中黑色开关即为110 kV 线路的跳闸开关。

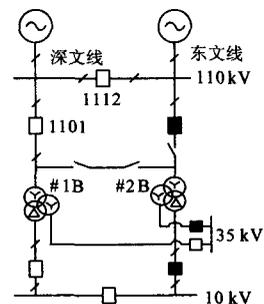


图1 110 kV 文昌站主接线图

Fig.1 Connection of 110 kV Wenchang circuits

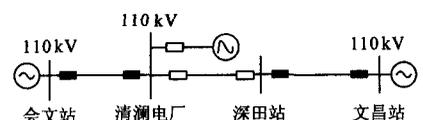


图2 系统主接线图

Fig.2 Connection of main circuits

## 2 事故分析

从事故情况初步认为，两条非相邻线路同时发生短路故障的机率是非常小的，如出现该情况，一般常规判断为故障点只有一个，其中另一条线路的保护装置可能误动跳闸。从一次连接图 2 中可看出，假如这两线非相邻线路的故障点只有一个，那么发生误动的线路为什么不是与其相邻的线路呢？除非这两线路确实同时发生线路故障，现在先根据这两线四侧的故障波形来判断故障发生的位置。

### 2.1 故障录波图的分析

2.1.1 线路 110 kV 深文线两侧的故障波形（见图 3 和图 4）

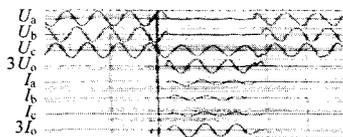


图 3 深田站故障录波图

Fig.3 Recorded waveforms at Shentian side

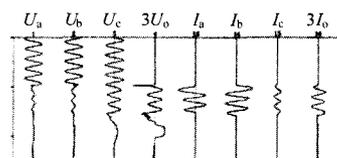


图 4 文昌站故障录波图

Fig.4 Recorded waveforms at Wenchang side

从 110 kV 深文线两侧波形中可看出：该线发生 AB 两相接地短路故障，故障时 AB 两相的故障电压波形趋近于零，为 AB 两相接地短路的迹象，从 AB 两相故障电流波形看，电流增大，C 相电流变化很小，趋于正常，零序电流增大，同样表现为 AB 两相接地短路的波形，因此，从故障电压、电流的波形图来说，该线路故障是符合两相接地短路的原理。

从线路两侧波形图中可测量到，110 kV 深文线深侧  $I_a=780$  A,  $I_b=769$  A,  $3I_{0max}=2196$  A, 58 ms 故障切除，重合闸动作，重合成功；文侧的故障电流值为  $I_a=2755$  A,  $I_b=2875$  A,  $3I_{0max}=1437$  A, 同样约 58 ms 故障切除，该站的外桥开关重合成功。

2.2.2 线路 110 kV 清会线两侧的故障波形（见图 5 和图 6）

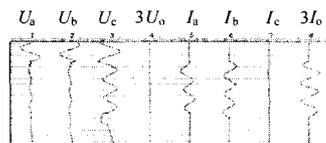


图 5 清澜厂故障录波图

Fig.5 Recorded waveforms at Qing-lan side

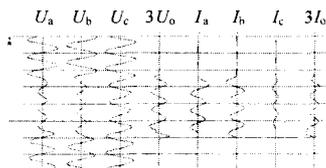


图 6 会文站故障录波图

Fig.6 Recorded waveforms at Huiwen side

从 110 kV 清会线清侧波形中也可看出：该线也发生了 AB 两相接地短路故障，AB 两相的故障电压波形趋近于零（图 5 中清澜电厂是角形接线，该线未接入  $3U_0$  量），为 AB 两相短路的迹象，从 AB 两相故障电流波形看，电流增大，C 相电流正常，零序电流增大，表现为是 AB 两相接地短路的波形。会侧的故障电流、电压波形图，故障类型均符合两相接地短路的原理。

从该侧波形图中可测量到，110 kV 清会线清侧  $I_a=3350$  A,  $I_b=3305$  A,  $3I_{0max}=5139$  A, 59 ms 故障切除，重合闸动作重合成功；会侧的故障电流值为  $I_a=1385$  A,  $I_b=1371.7$  A,  $3I_{0max}=578.4$  A, 约 72 ms 故障切除，重合闸动作重合成功。

### 2.2 综合分析

110 kV 深文线的深田侧配置一套 PSL-622C 纵联保护和一套 PSL-621D 光纤差动保护，文侧配置了一套 LFP-941B 高频保护和一套 PSL-621D 光纤差动保护。110 kV 清会线清侧配置两套 SEL-321 保护，会侧配置两套 RCS-941B 高频保护。

#### 2.2.1 故障类型与测距

故障打印报告指示的故障类型与测距如下：

110 kV 深文线：深侧：ABN,  $D=10.68$  km；

文侧：ABN,  $D=10.92$  km；

110 kV 清会线：清侧：ABN,  $D=2.62$  km；

会侧：ABN,  $D=32.6$  km。

#### 2.2.2 保护动作情况分析

(1) 110 kV 深文线两侧保护均正确动作，深田侧约在 58 ms 故障切除，开关（检无压）重合闸动作，重合成功；文昌侧约在 58 ms 故障切除，外桥开关 1112 在 3311 ms 时重合（检同期）成功，而开关 1101 重合闸因判断开关有电流后返回，条件不满

足而不动作。

(2) 110 kV 清会线两侧保护也均正确动作, 清侧约在 59 ms 故障切除, 重合闸(检无压)动作, 重合成功; 会侧约在 72 ms 故障切除, 重合闸(检同期)因条件满足而动作成功。

### 2.2.3 故障综合分析

根据以上故障信息, 结合两条故障线路的实际长度(110 kV 深文线  $L=14.13$  km, 110 kV 会清线  $L=31.9$  km)分析, 可以判断该两线上的确均存在故障, 那为何非相邻的两线在同一时间内发生同样类型的故障呢? 虽然故障发生时伴有雷雨, 可一个雷击能同时击中两条非同杆架设的线路的确少见。或许这两线实际上存在相互交叉的情况? 于是将系统的地理接线图进行查看, 发现该两线的实际走线是 110 kV 清会线架设于 110 kV 深文线的上方, 从空中往下俯视, 两线有重叠的部分, 初步判断该起故障是一起跨线故障, 因此根据这一情况, 对系统接线重新绘制, 如图 7 所示。

通过对两线现场的实际地理接线查证而得知, 由俯视角度看, 重叠点距离清澜电厂约 2.3 km, 距离 110 kV 文昌站约 9.5 km; 与故障录波图的故障测距结果进行对比, 发现故障点误差并不大, 于是依据这一故障点对这起故障进行理论计算, 与故障录波测得的结果进行对比和分析, 计算结果见图 7 中

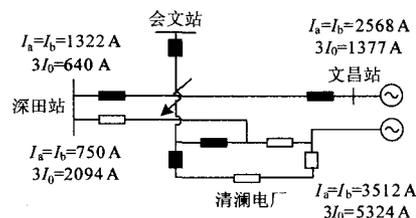


图 7 新系统图

Fig.7 Connection of new circuits

所列数据, 发现两者的结果大致吻合。因此可以判断, 这是一起因雷击引起的瞬时性两相接地的跨线短路故障, 故障接地点分布在 110 kV 深文线和 110 kV 清会上。

### 3 结论

本文针对一起并不复杂的跨线故障进行分析、计算和判断, 得出了在对线路进行故障分析时, 除了对相关的故障录波图进行分析外, 还要深入了解线路实际的地理布线情况, 方能更加快速地对故障产生的原因做出合理和正确的判断。

收稿日期: 2008-12-12; 修回日期: 2008-12-23

作者简介:

欧素敏(1973-), 女, 工程师, 从事电力系统继电保护整定计算和运行管理工作。E-mail:ousumin@163.com

(上接第 92 页 continued from page 92)

- [3] 张结, 卢德宏. IEC 61850 的语义空间研究[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(11): 45-48.  
ZHANG Jie, LU De-hong. On the Semantic Space in IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(11): 45-48.
- [4] 吴在军, 窦晓波, 胡敏强. 基于 IEC61850 标准的数字保护装置建模[J]. 电网技术, 2005, 29(21): 81-84.  
WU Zai-jun, DOU Xiao-bo, HU Min-qiang. Modeling of Digital Protective Device According to IEC61850 [J]. Power System Technology, 2005, 29(21): 81-84.
- [5] 廖泽友, 孙莉, 贺岑, 等. IED 遵循 IEC 61850 标准的数据建模[J]. 继电器, 2006, 34(20): 40-43.  
LIAO Ze-you, SUN Li, HE Cen, et al. IEDs Data Modeling Based on IEC61850 Standards[J]. Relay, 2006, 34(20): 40-43.
- [6] IEC. IEC 61850 Communication Networks and Systems for Power Utility Automation - Part 7-410: Hydroelectric Power Plants - Communication for Monitoring and Control[S].

- [7] IEC. IEC 61850 Communication Networks and Systems for Power Utility Automation - Part 7-420: Basic Communication Structure - Distributed Energy Resources Logical Nodes[S].
- [8] IEC. IEC 61400 Wind Turbines - Part 25-2: Communications for Monitoring and Control of Wind Power Plants - Information Models[S].
- [9] IEC. IEC 62271 High-voltage Switchgear and Controlgear - Part 3: Digital Interfaces Based on IEC 61850[S].

收稿日期: 2009-03-27; 修回日期: 2009-05-05

作者简介:

罗四倍(1982-), 男, 硕士, 主要从事数字化变电站和电力系统继电保护的研究; E-mail: starbayer@163.com

黄润长(1965-), 男, 高级工程师, 从事电气工程专业工作;

崔琪(1965-), 男, 工程硕士, 高工, 主要从事电力系统继电保护运行管理工作。